

Family list

1 family member for: **JP2000312049**

[Back to JP2000312](#)

Derived from 1 application

1 SEMICONDUCTOR OPTICAL FUNCTION DEVICE

Inventor: FUKUNAGA TOSHIAKI

Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD

EC:

IPC: *H01S5/00; H01S5/024; H01S5/00* (+1)

Publication info: **JP2000312049 A** - 2000-11-07

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-312049

(43)Date of publication of application : 07.11.2000

(51)Int.Cl.

H01S 5/024

(21)Application number : 11-120242

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 27.04.1999

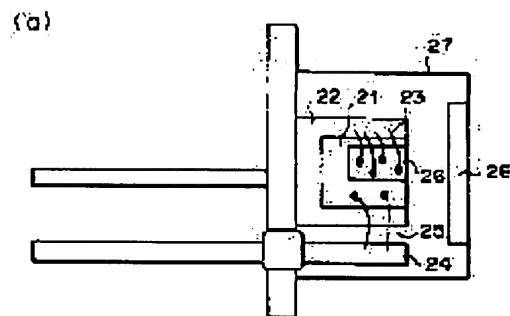
(72)Inventor : FUKUNAGA TOSHIKI

(54) SEMICONDUCTOR OPTICAL FUNCTION DEVICE

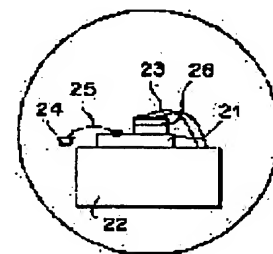
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a semiconductor optical function device which can provide a stable optical output with a low noise of 1% or less and without wavelength shift.

SOLUTION: A gold-plated layer, having a thickness of 5 μm or more, is formed on one of two electrodes sandwiching an active layer of a semiconductor laser element 26 which is closer to the active layer. The structure is such that a gold wire 23 is bonded to a heat sink 22 extending from the gold-plated layer, one of the electrodes provided farther away from the active layer is bonded onto a sub-mount 21, and a wire 25 is bonded to a lead 24 extending from the sub-mount 21 for current flow.



(b)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-312049
(P2000-312049A)

(43) 公開日 平成12年11月7日 (2000. 11. 7)

(51) Int.Cl.
H 0 1 S 5/024

識別記号

F I
H 0 1 S 3/18

テーマコード (参考)

6 1 4 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-120242

(22) 出願日 平成11年4月27日 (1999. 4. 27)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 福永 敏明

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073184

弁理士 柳田 征史 (外1名)

Fターム (参考) 5F073 AA13 AA35 AA45 AA83 BA09
CA13 EA27 FA15 FA24 FA27

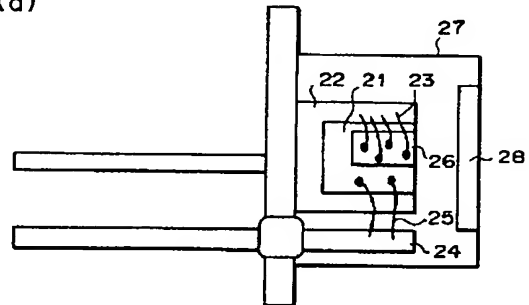
(54) 【発明の名称】 半導体光機能装置

(57) 【要約】

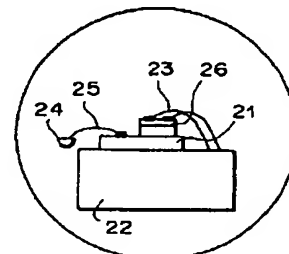
【課題】 半導体光機能装置において、1%以下の低雑音で、かつ波長シフトのない安定な光出力を得る。

【解決手段】 半導体レーザ素子26の活性層を挟む2電極のうち、活性層に近い電極上に金メッキ層を5 μ m以上形成する。この金メッキ層からヒートシンク22に金ワイヤー23によりボンディングし、活性層に遠い電極をサブマウント21上に接着し、サブマウント21からワイヤー25によりリード部24にボンディングし電流を流す構造とする。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性材料からなるヒートシンクと、その上に接着された絶縁体からなるサブマウントと、その上に接着され、光を発生するストライプ幅 $20\mu\text{m}$ 以上の屈折率導波型半導体発光素子とからなる半導体光機能装置において、

前記サブマウントが、該サブマウントの前記ヒートシンクと前記半導体発光素子に接着される表面に金属層を有し、導電性ろう材により前記ヒートシンク上に接着されており、

前記半導体発光素子が、基板と、該基板上に形成された活性層と、前記基板と活性層を間に挟む2つの電極と、該2つの電極のうちの活性層から近い電極上に形成された厚さ $5\mu\text{m}$ 以上の金メッキ層とを備えており、前記2つの電極のうち前記活性層から遠い電極が、導電性ろう材により前記サブマウント上に接着されており、

前記金メッキ層が、金ワイヤーまたは金リボンにより前記ヒートシンクに導通されていることを特徴とする半導体光機能装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体光機能装置を励起光源として用い、該半導体光機能装置から発せられる光により励起されレーザ発振するレーザ結晶と、該レーザ結晶と共振器を形成し、前記レーザ結晶から発せられる光を出力する凹面ミラーとを備えてなる固体レーザ発光装置。

【請求項3】 前記共振器内に、前記レーザ結晶から発せられる光を受け、該光の波長を変換して第2高調波を発生させる波長変換素子を備えたことを特徴とする請求項2記載の固体レーザ発光装置。

【請求項4】 前記半導体光機能装置の光出射面が15%以上50%以下の反射率を有することを特徴とする請求項2または3記載の固体レーザ発光装置。

【請求項5】 導電性材料からなるヒートシンクと、その上に接着された絶縁体からなるサブマウントと、その上に接着され、光を増幅する半導体増幅素子とからなる半導体光機能装置において、

前記サブマウントが、該サブマウントの前記ヒートシンクと前記半導体増幅素子に接着される表面に金属層を有し、導電性ろう材により前記ヒートシンク上に接着されており、

前記半導体増幅素子が、基板と、該基板上に形成された活性層と、前記基板と活性層を間に挟む2つの電極と、該2つの電極のうちの活性層から近い電極上に形成された厚さ $5\mu\text{m}$ 以上の金メッキ層とを備えており、前記2つの電極のうち前記活性層から遠い電極が、導電性ろう材により前記サブマウント上に接着されており、

前記金メッキ層が、金ワイヤーまたは金リボンにより前記ヒートシンクに導通されていることを特徴とする半導体光機能装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光を発生または増幅する半導体光機能装置に関し、特に、ジャンクションアップ方式でヒートシンク上に半導体素子をボンディングした半導体光機能装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、 $20\mu\text{m}$ 以上の幅広発振領域を有する高出力半導体レーザを励起光源として、固体レーザを励起しレーザ発振させる固体レーザ発光装置や、その固体レーザに非線形結晶を組み合わせて固体レーザから発振させた基本波の波長を1/2の波長に変換して第2高調波を発振する可視領域の固体レーザ発光装置等が広く知られている。これらの発光装置の励起光源として用いられる半導体レーザには非常に高い光出力が要求されており、基本横モード発振するレーザの通常 $3\mu\text{m}$ 程度である発振幅を $20\mu\text{m}$ 以上に拡大することにより、半導体レーザの高出力化が図られている。このような幅広発振領域を有する半導体レーザは、通常多くの高次横モードが混在した発振モード（横多モード）で発光するため、発振光出力を増していくと、共振器内の高光密度分布に起因するキャリアの空間ホールバーニングによって異なった横モードあるいはその組み合わせへ容易に変化する。この時、半導体レーザの発振光において、近視野像、遠視野像及び発振スペクトルが変化すると共に、混在する横モードの各々の電流から光への変換率が異なるため光出力も変化する。これは、半導体レーザの電流-光出力特性においてキンクと呼ばれる現象である。

【0003】また、固体レーザ発振装置において、半導体レーザを固体レーザの励起光として利用する場合、レンズ系を用いて集光される半導体レーザからの発振光のうち、固体レーザ共振器の発振モードと結合する成分のみが励起光として利用されるため、半導体レーザにおける横モード変化により、固体レーザの発光装置において著しい強度変化が生じる、また、固体レーザの吸収スペクトルは狭い波長帯域に微細な吸収スペクトル構造を有するため、前述の横モード変化による変動に加えて発振スペクトルの変化が吸収光量の変化となり、結果として固体レーザの光出力に変動を生じる。すなわち、半導体レーザの発振光の空間的な一部あるいは発振スペクトルの一部の光を利用することにより、スイッチングに伴う高周波雑音が増大するという問題が生じる。

【0004】上述のように、半導体レーザの横モードや縦モード（発振スペクトル）が変化すると固体レーザの励起効率が変化するために、光出力の変動および高周波雑音が生じる。さらに、半導体レーザの実際の利用においては固体レーザの光強度を変化させるために、および、波長変換素子との位相整合をとるために温度と半導体レーザの励起電流とを変化させる必要があり、この時に半導体レーザの横モードまたは縦モード変化が生じると固体レーザあるいは波長変換素子に著しい強度変動が

生じてしまう。これらは、DC成分であるが、いわゆるAC成分としての雑音は定常的に生じる可能性が高いと推測される。

【0005】光出力の変動の強度や周波数スペクトルの変化は、半導体レーザの発振光のうちの利用する強度や周波数スペクトル部分、半導体レーザの励起電流および半導体レーザの固体差に依存しているため、一様ではないが、DC光に対して10%を越える強度変動を生じる場合もあり、応用上大きな障害となる。特に、高品質の画像形成においては雑音は1%以下であることが望ましいが、通常の幅広発振領域を有する高出力半導体レーザにおいては1%以下の雑音レベルを再現性よく、安定に実現することはきわめて困難であった。また、第2高調波を発振させるために固体レーザ結晶と非線形結晶を組み合わせると、この雑音が非線形効果により増大されることがあるのでさらに低雑音化が必要となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、従来用いられている幅広発振領域を有する高出力半導体レーザは、光学的に安定性に欠けるところがあり、光出力の安定性や低雑音性の観点で十分でない。そのため、このような高出力半導体レーザを励起光源とする固体レーザ発振装置を印刷、写真、医療画像などの高品質の画像形成する装置の光源に用いるには難があった。

【0007】このような半導体レーザを放熱板等を実装する場合、放熱特性の良いジャンクションダウン方式が広く採用されている。この方式は、活性層に平行な2面に形成された電極のうち、活性層から近い電極を放熱板上にボンディングするものである。この方法で実装を行うと、ヒートシンクと半導体発光素子の接着面において、金属熱膨張率の違いによる歪みが生じ、その歪が活性層に伝わることにより雑音が発生するという問題があり、その雑音を低減することは非常に困難であった。

【0008】そこで、ジャンクションアップ方式で実装することが行われるようになった。この方式は上記のジャンクションダウンとは逆で、遠い面を放熱板にボンディングするものである。しかし、ジャンクションアップ方式で実装すると、駆動電流を増大させるに従って、発振光の大幅な波長シフトが生じる。よって、この半導体発光素子を波長変換素子や固体レーザの励起光源として使用するには、経時変化に伴う駆動電流増加によって波長シフトが生じ、光出力が出なくなるという問題が発生し、さらに駆動電流が増大し、固体レーザ装置の寿命が短くなるという問題がある。

【0009】さらに、1997年発行のIEEE Photonics Technology Letters Vol.9 pp.1217 に示されるように、テーパー状の光を増幅する領域を有する半導体光増幅器において、5Wの光出力まで、回折限界の光がジャンクションダウン方式実装で取り出せると報告されているが、実用上は、1W以下の光出力しか達成できていないのが現

実である。

【0010】よって、幅広の光増幅領域を有する半導体素子は、素子にかかる実装歪などによる活性領域の不均一性により発振光の横モードが不安定となり、それによる高次モードの発生により、単一横モード発振が出来なくなるという問題がある。

【0011】本発明は、半導体発光素子の放熱性が向上され、かつ1%以下の低雑音で、波長シフトのない安定な単一横モード発振を行う半導体光機能装置を提供することを目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体光機能装置は、導電性材料からなるヒートシンクと、その上に接着された絶縁体からなるサブマウントと、その上に接着され、光を発生するストライプ幅 $20\mu\text{m}$ 以上の屈折率導波型半導体発光素子とからなる半導体光機能装置において、サブマウントが、該サブマウントのヒートシンクと半導体発光素子に接着される表面に金属層を有し、導電性ろう材によりヒートシンク上に接着されており、半導体発光素子が、基板と、該基板上に形成された活性層と、基板と活性層を間に挟む2つの電極と、該2つの電極のうちの活性層から近い電極上に形成された厚さ $5\mu\text{m}$ 以上の金メッキ層とを備えており、2つの電極のうち活性層から遠い電極が、導電性ろう材によりサブマウント4上に接着されており、金メッキ層が、金ワイヤーまたは金リボンによりヒートシンクに導通されていることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明の半導体光機能装置は、導電性材料からなるヒートシンクと、その上に接着された絶縁体からなるサブマウントと、その上に接着され、光を増幅する半導体増幅素子とからなる半導体光機能装置において、サブマウントが、該サブマウントのヒートシンクと半導体増幅素子に接着される表面に金属層を有し、導電性ろう材によりヒートシンク上に接着されており、半導体増幅素子が、基板と、該基板上に形成された活性層と、基板と活性層を間に挟む2つの電極と、該2つの電極のうちの活性層から近い電極上に形成された厚さ $5\mu\text{m}$ 以上の金メッキ層とを備えており、2つの電極のうち活性層から遠い電極が、導電性ろう材によりサブマウント上に接着されており、金メッキ層が、金ワイヤーまたは金リボンによりヒートシンクに導通されていることを特徴とするものであってもよい。

【0014】また、前記、光を発生する半導体光機能装置は、励起光源から発せられる光により励起されレーザ発振するレーザ結晶と、該レーザ結晶と共振器を形成し、レーザ結晶から発せられる光を出力する凹面ミラーとを備えてなる固体レーザ発光装置において、励起光源として使用することができ、また、その固体レーザ発光装置は共振器内に波長変換素子を備えて第2高調波を発生する固体レーザ発光装置であってよい。

【0015】また、上記のように本発明の半導体光機能装置を固体レーザ発光装置の励起光源として使用する場合、半導体光機能装置の光出射面は、15%以上50%以下の反射率を有することが望ましい。

【0016】ここで、半導体光機能装置とは、半導体からなり、少なくとも基板と活性領域と電極とを備え、光を発生、増幅または導波する機能を有する半導体装置のことを示すものである。

【0017】

【発明の効果】本発明による半導体光機能装置によれば、半導体発光素子を放熱板にジャンクションアップ方式で接着しているため、雑音を1%以下に低減することができる。つまり、ジャンクションアップ方式は、活性層を挟む2電極のうち活性層から遠い電極を放熱板等に接着するので、放熱板と半導体発光素子の接着歪が活性層に伝わりにくいため、雑音を1%以内に低減することができる。

【0018】しかし、ジャンクションアップ方式による実装では、活性層から遠い電極面を放熱板等に接着するため、活性層の発熱を効率良く放熱板に逃がすことができないという問題があったが、本発明のように、活性層に近い電極上に金メッキを施し、その金メッキ層をヒートシンク上に金ワイヤーまたは金リボンによりボンディングすることにより、活性層に近い電極からの放熱性を上げることができる。これにより、従来放熱不良が原因で生じていた半導体発光素子の発振波長シフトを低減することができる。

【0019】よって、本発明の半導体光機能装置を、半導体レーザ励起固体レーザの励起光源である半導体レーザとして使用する場合には、この半導体レーザは、雑音が1%以内であり、波長シフトも起こらないため、強度変動が生じない、安定した固体レーザ出力を得ることができる。

【0020】また、本発明の半導体光機能装置において、活性領域を形成する量子井戸活性層および光導波層に、Al原子を含まないInGaAsP系の材料を用いることにより、Alの酸化によるレーザ装置の突発故障が発生せず、半導体レーザ装置の寿命を向上させることができるので、信頼性をも向上させることができる。

【0021】

【実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明する。

【0022】図1に本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ素子の斜視図を示す。

【0023】図1に示すように、有機金属気相成長法により、n-GaAs基板1上にn-Ga_{1-z1}Al_{z1}As下部クラッド層(0.55≤z1≤0.7)2、i-In_{0.49}Ga_{0.51}P下部光導波層(厚さdb=110nm)3、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層(厚さda=8nm)4、i-In_{0.49}Ga_{0.51}P上部光導波層(厚

さdb=110nm)5、p-Ga_{1-z1}Al_{z1}As上部第1クラッド層6、p-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層7、p-Al_{z1}Ga_{1-z1}As上部第2クラッド層8、p-GaAsコンタクト層9を順次積層する。その上に、絶縁膜10(図示せず)を形成する。

【0024】この後、通常のリソグラフィにより、幅30~250μm程度のストライプでこれに連続する周辺部に平行な幅10μm程度のストライプの絶縁膜10を除去し、この絶縁膜10をマスクとして、ウェットエッチングにより、p-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層7の上部まで除去して、リッジストライプを形成する。この際のエッチング液としては、硫酸と過酸化水素系の溶液を用いており、この溶液を用いることにより、自動的にエッチングをp-In_{0.49}Ga_{0.51}Pエッチング阻止層7上部で停止させることができる。

【0025】マスクとして使用した絶縁膜10を除去した後、全面に絶縁膜11を形成し、通常のリソグラフィにより、リッジストライプ上の絶縁膜11の一部を該リッジストライプに沿って除去し、電流注入窓を形成する。その上全面にp側電極12を形成し、p電極12の上に金メッキ層13を5μm以上形成する。その後、基板の研磨を行い裏面にn側電極14を形成する。

【0026】その後、この試料を劈開して形成した共振器面の一面に高反射コート15、他面に低反射率コート16を行い、その後、チップ化して半導体レーザ素子26を形成する。金メッキ層13はチップの劈開領域の20μm程度の領域にはメッキを行わないようにする。

【0027】このように作成した半導体レーザ装置の発振する波長帯に関しては、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}Py₃(0≤x3≤0.5、0≤y3≤0.5)からなる活性層の組成を制御することにより、750<λ<1100(nm)の範囲で制御が可能である。

【0028】また、上記実施の形態では半導体層の成長法として、有機金属気相成長法を用いたが、固体あるいはガスを原料とする分子線エピタキシャル成長法であってもよい。

【0029】なお、上記実施の形態による半導体レーザ素子は、n型基板上へ半導体層を形成することにより作成しているが、p型基板を用いてもよく、この場合、すべての半導体層の導電性を反転するだけでよい。

【0030】次に、上記半導体レーザ素子26を本発明によりジャンクションアップ方式で実装する場合について説明する。図2aにこの半導体レーザ素子を直径9mmの円形システムに実装した場合の上面図を示し、図2bにその光出射窓方向からの投影図を示す。

【0031】図2aおよびbに示すように、半導体レーザ装置26を電導性のろう材を用い、両面メタライズしたAlN、SiC、ダイヤモンドまたはサファイヤ等の絶縁体からなる絶縁性サブマウント21にジャンクションアップ方式(活性層から遠い電極を放熱板に実装する)で

実装して、金メッキ層13から円形ステムのヒートシンク22にワイヤー23を複数ボンディングし、さらに、絶縁性サブマウント21とリード部24にワイヤー25によりボンディングし、電流を流せる構造としたものである。なお、このステムは、光射出面側に射出窓を備え、キャップ37により密封される。

【0032】上記のように、本発明によるジャンクションアップ実装方式は、活性層に近い電極を金ワイヤーでヒートシンクにボンディングすることにより、半導体レーザ装置の発熱を効率良くヒートシンクに放出することができるので、放熱不良による波長シフトが起こらない。

【0033】比較のため、図3に、半導体レーザ素子を直径9mmの円形ステムに従来のジャンクションアップ方式で実装した場合の上面図を示し、図3bにその光射出窓方向からの投影図を示す。

【0034】図3aおよびbに示すように、従来は、ヒートシンク32上に半導体レーザ素子36をジャンクションアップ方式により接着し、半導体レーザ素子36の活性層に近い電極をワイヤー35を用いてリード部34にボンディングし電流を流す構造であった。この構造では、放熱が十分に行われておらず、出力を増加させるに従って発振光の波長シフト量が大きくなっていたのである。

【0035】(実施例)上記第1の実施の形態に示される構造において、ストライプ幅を約 $50\mu\text{m}$ 、上記各半導体層のサフィクスを $z1=0.64$ 、 $x3=0.12$ 、 $y3=0.24$ 、共振器長を 0.9mm とし、発振波長が 809nm となる半導体レーザ素子41を作成した。この半導体レーザ素子41をステム上に本発明によるジャンクションアップ方式により実装した。

【0036】ここで、この半導体レーザ装置の動作時における雑音の測定を、図4に示す測定系により行った。半導体レーザ素子41は図示しないが温度調節機能を備えている。この測定系は、半導体レーザ素子41から射出される光の一部を受光素子42で受けて、その光強度の安定性を雑音測定器43により測定するというものである。雑音測定は半導体レーザ装置の光出力 $100\sim500\text{mW}$ までの範囲で行った。

【0037】このようにして測定された雑音の正規分布のグラフを図5に示す。図5に示すように、固体レーザに要求されるノイズ強度1%以下ではほぼ95%の歩留まりが得られた。比較のために、同図中に従来技術であるジャンクションダウン方式で実装された半導体発光素子の雑音測定結果も示す。従来技術に比べ、雑音強度1%での歩留まりが20%程度改善されている。

【0038】また、図示しないが、駆動電流の波長変化量も、活性層から近い電極をヒートシンクに導通させない通常のジャンクションアップ方式では 11nm/A 程度であるのが、上記実施例では 8nm/A となり 3nm/A 減少したことが判った。

【0039】次に、半導体レーザ素子をブロック型のステムに実装した例について説明する。図6にその立面図を示す。

【0040】図6に示すように、半導体レーザ素子56を導電性のろう材を用い、ジャンクションアップ方式で両面メタライズした絶縁性サブマウント51に実装して、活性層から近い電極上の金メッキ層とブロック型ステムのヒートシンク52にワイヤー53を複数ボンディングする。さらに、絶縁性サブマウント51上と、絶縁性セラミック57によりヒートシンク52と絶縁されたリード部54とをワイヤー55によってボンディングし、電流を流せる構造とする。

【0041】本発明は半導体素子を円形ステムのみならず、ブロック型ステムに実装する場合においても、同様に行うことができ、放熱性を向上することができる。

【0042】次に、本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ素子を図を用いて説明し、図7にその半導体レーザ素子の斜視図を示す。

【0043】図7に示すように、有機金属気相成長法により、 $n\text{-GaAs}$ 基板61上に $n\text{-In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-z1}\text{Al}_{z1})_{0.51}\text{P}$ 下部クラッド層($0\leq z1\leq 0.5$)62、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 下部光導波層($x2\approx 0.49$ 、 $0.1\leq y2\leq 0.9$ 、厚さ $db=75\sim 200\text{nm}$)63、 $\text{In}_{x3}\text{Ga}_{1-x3}\text{As}_{1-y3}\text{Py}_3$ 量子井戸活性層($0\leq x3\leq 0.4$ 、 $0\leq y3\leq 0.6$)64、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層($x2\approx 0.49$ 、 $0.1\leq y2\leq 0.9$ 、厚さ $db=75\sim 200\text{nm}$)65、 $p\text{-In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-z1}\text{Al}_{z1})_{0.51}\text{P}$ 上部クラッド層66、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層67を順次積層し、その上に、絶縁膜68(図示せず)を形成する。

【0044】この後、通常のリソグラフィにより、幅 $30\sim 250\mu\text{m}$ 程度のストライプで、これに連続する周辺部に平行な幅 $10\mu\text{m}$ 程度のストライプの絶縁膜68を除去し、この絶縁膜68をマスクとして、ウェットエッチングにより、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層65の上部まで除去して、リッジストライプを形成する。エッチング液として、硫酸と過酸化水素系の溶液を用い、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層67を除去する。その後塩素系のエッチング液で $p\text{-In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-z1}\text{Al}_{z1})_{0.51}\text{P}$ 上部クラッド層66を除去するが、このエッチング液を用いることにより、自動的にエッチングを $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層65で停止させることができる。

【0045】マスクとして使用した絶縁膜68を除去した後、全面に絶縁膜69を形成し、通常のリソグラフィにより、リッジストライプ上の絶縁膜69の一部を該リッジストライプに沿って除去し、電流注入窓を作成する。その上全面に p 側電極70を形成し、 p 電極70の上に金メッキ層71を $5\mu\text{m}$ 以上形成する。その後、基板の研磨を行い n 側電極72を形成する。その後、この試料を劈開して形成した共振器面の1面に高反射コート73、他面に低反射

率コート74を行い、その後、チップ化して半導体レーザ素子を形成する。金メッキ13はチップの劈開領域の20 μ m程度の領域にはメッキを行わないようにする。この素子を第1の実施の形態と同様に本発明によるジャンクションアップ方式実装を行う。

【0046】この半導体レーザ装置の発振する波長帯に関しては、 $\text{In}_{x3}\text{Ga}_{1-x3}\text{As}_{1-y3}\text{Py}_3$ ($0 \leq x < 0.4$, $0 \leq y < 0.6$) からなる活性層の組成を制御することにより、 $750 < \lambda < 1100$ (nm) の範囲で制御が可能であり、第1の実施の形態と同様に、1%以下の低雑音で、波長シフトのない安定した光出力を得ることができる。

【0047】次に、本発明の第3の実施の形態による半導体レーザ素子を図を用いて説明し、図8にその半導体レーザ素子の斜視図を示す。

【0048】図8示すように、有機金属気相成長法により、 $n\text{-GaAs}$ 基板81上に $n\text{-Ga}_{1-z1}\text{Al}_{z1}\text{As}$ 下部クラッド層 ($0.55 \leq z1 \leq 0.7$) 82、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 下部光導波層 ($x2 \approx 0.49y2$, $0.8 \leq y2 \leq 1$ 、厚さ $= 75 \text{ nm} \sim 400 \text{ nm}$) 83、 $\text{In}_{x3}\text{Ga}_{1-x3}\text{As}_{1-y3}\text{Py}_3$ 量子井戸活性層 ($0 \leq x3 \leq 0.4$, $0 \leq y3 \leq 0.6$) 84、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層 ($x2 \approx 0.49y2$, $0.8 \leq y2 \leq 1$ 、厚さ $db = 75 \sim 400 \text{ nm}$) 85、 $p\text{-Ga}_{1-z1}\text{Al}_{z1}\text{As}$ 上部クラッド層 86、 $p\text{-GaAs}$ コンタクト層87を順次積層する。その上に、絶縁膜88 (図示せず) を形成する。

【0049】この後、通常のリソグラフィにより、幅30 \sim 250 μ m程度のストライプでこれに連続する周辺部に平行な幅10 μ m程度のストライプの絶縁膜88を除去し、この絶縁膜88をマスクとして、ウェットエッチングにより、 $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層の上部まで除去して、リッジストライプを形成する。この際のエッチング液としては、硫酸と過酸化水素系の溶液を用いており、この溶液を用いることにより、自動的にエッチングを $i\text{-In}_{x2}\text{Ga}_{1-x2}\text{As}_{1-y2}\text{Py}_2$ 上部光導波層の上部で停止させることができる。

【0050】マスクとして使用した絶縁膜88を除去した後、全面に絶縁膜89を形成し、通常のリソグラフィにより、リッジストライプ上の絶縁膜89の一部を該リッジストライプに沿って除去し、電流注入窓を形成する。その上全面に p 側電極90を形成し、 p 電極90の上に金メッキ層91を5 μ m以上形成する。その後、基板の研磨を行い裏面に n 側電極92を形成する。

【0051】その後、この試料を劈開して形成した共振器面の一面に高反射コート93、他面に低反射率コート94を行い、その後、チップ化して半導体レーザ素子を形成する金メッキ91はチップの劈開領域の20 μ m程度の領域にはメッキを行わないようにする。この半導体レーザ素子を第1の実施の形態と同様に、本発明によるジャンクションアップ方式にて実装を行う。

【0052】このように作成した半導体レーザ装置の発振する波長帯に関しては、 $\text{In}_{x3}\text{Ga}_{1-x3}\text{As}_{1-y3}\text{Py}_3$ ($0 \leq x3 \leq 0.4$, $0 \leq y3 \leq 0.6$) からなる活性層の組成を制御することにより、 $750 < \lambda < 1100$ (nm) の範囲で制御が可能であり、第1または第2の実施の形態と同様に、1%以下の低雑音で、波長シフトのない安定した光出力を得ることができる。

【0053】次に、上記のようにして作成した半導体レーザ装置を励起光源に用いた応用例を図を用いて説明する。

【0054】図9に本発明の半導体レーザ装置を励起光源に用い、該半導体レーザ装置から発される励起光により励起されレーザ発振する固体レーザ装置の一例の概略構成図を示す。

【0055】図9に示すように、この固体レーザ発光装置は、励起光を出射する幅広発振領域を有する高出力半導体レーザ101と、該半導体レーザ101から出射された励起光を集光するレンズ102と、集光された励起光によりレーザ発振する固体レーザ結晶103と、該固体レーザ結晶103の光出射側に備えた凹面鏡からなる出力ミラー104とを備えるものである。半導体レーザ101は光出射面は、固体レーザ結晶103からの戻り光を反射するため15%から50%の反射率を有する。また、固体レーザ結晶103の半導体レーザ側には、固体レーザの発振光に対しては高反射となり、半導体レーザの発振光に対しては無反射となるコート膜105を備えている。固体レーザの共振器は凹面鏡からなる出力ミラー104とこのコート膜105によって形成される。

【0056】半導体レーザ101の809nmの波長の発振光は、レンズ102によってNd:YAG固体レーザ結晶103に集光され、集光された発振光のうち固体レーザ共振器の発振モードと結合する成分のみが励起光としてみられて、固体レーザ結晶103からの発振波長946nmのレーザ光が出力ミラー104から発振される。半導体レーザ101および固体レーザ結晶103はペルチェ素子 (図示しない) により温度調節されている。また、本固体レーザ装置は、出力ミラー104からの出射光の一部をビームスプリッタ106により受光素子107に分岐し、半導体レーザ101にフィードバックさせて、固体レーザ結晶103の出力光の光強度が一定となるように、APC (automatic power control) 駆動を行うものである。

【0057】上記半導体レーザ励起固体レーザは、本発明による低雑音で波長シフトのない半導体レーザ装置を励起光源に用いているため、固体レーザから強度変動の生じない、安定した光出力を得ることができる。

【0058】さらに、本発明の半導体レーザ装置を上記の固体レーザ装置と同様に、励起光源として用いた応用例である第2高調波を発生する固体レーザ発光装置の一例について説明し、その概略構成図を図10に示す。

【0059】図10に示すように、本発明の半導体レーザ

装置を励起光源に用いた第2高調波を発生する個体レーザ発光装置は、励起光を出射する幅広発振領域を有する高出力半導体レーザ111と、該半導体レーザ111から出射された励起光を集光するレンズ112と、集光された励起光によりレーザ発振する固体レーザ結晶113と、該固体レーザ結晶113の光出射側に備えられた凹面鏡からなる出力ミラー114とを備えたものである。半導体レーザ111の出射面は、固体レーザ結晶113からの戻り光を反射するため、15%~50%の反射率を有する。また、固体レーザ結晶113の半導体レーザ側には、固体レーザの発振光に対して高反射となり、半導体レーザの発振光に対して無反射となるコート膜116を備えている。また、固体レーザの共振器はこの凹面鏡からなる出力ミラー114とコート膜116によって形成され、さらにこの共振器内に該固体レーザ結晶113から発振されたレーザの波長を1/2の波長に変換して第2高調波を発生させるKNbO₃非線形結晶115を備えるものである。出力ミラー114の凹面は固体レーザ結晶113からの発振光に対しては高反射となり、非線形結晶115からの発振光に対しては透過するような処置が施されている。

【0060】なお、固体レーザ結晶113にNd:YVO₄等、非線形結晶115にKTP等を用いてもよい。半導体レーザ111、固体レーザ結晶113、非線形結晶115はペルチェ素子（図示しない）により温度調節されている。この固体レーザ装置は、凹面ミラー114からの出射光の一部をビームスプリッタ117により受光素子118に分岐し、半導体レーザ111にフィードバックさせて、固体レーザ結晶113の出力光の光強度が一定となるようにAPC駆動を行うものである。

【0061】半導体レーザ111の809nmの波長の発振光は、集光レンズ112によってNd:YVO₄固体レーザ結晶113に集光され、集光された発振光のうち固体レーザ共振器の発振モードと結合する成分のみが励起光としてみられて、固体レーザ結晶113からの発振波長946nmのレーザ光が発振される。固体レーザ結晶113で発振されたレーザ光は、非線形結晶115により、波長が1/2である473nmの第2高調波（青色レーザ）に変換されて凹面ミラー114から出力される。

【0062】この第2高調波を発生する半導体レーザ励起固体レーザ装置においても、図9に示す固体レーザ発光装置と同様に、強度変動のない、安定な光出力を得ることができる。

【0063】次に、本発明の第4の実施の形態による半導体光増幅器について説明し、その半導体光増幅器の上面図を図11aに、断面図を図11bおよびcに示す。

【0064】図11に示すように、有機金属気相成長法により、n-GaAs基板121上にn-Ga_{1-z1}Al_{z1}As下部クラッド層（0.55≤z1≤0.7）122、i-I_nx₂Ga_{1-x2}As_{1-y2}Py₂下部光導波層（x2≒0.49y2、0.8≤y2≤1、厚さ=75nm~400nm）123、I_nx₃Ga

1-x3As_{1-y3}Py₃量子井戸活性層（0≤x3≤0.4、0≤y3≤0.6）124、i-I_nx₂Ga_{1-x2}As_{1-y2}Py₂上部光導波層（x2≒0.49y2、0.8≤y2≤1、厚さdb=75~400nm）125、p-Ga_{1-z1}Al_{z1}As上部クラッド層126、p-GaAsコンタクト層127を順次積層する。その上に、絶縁膜128（図示せず）を形成する。

【0065】この後、通常のリソグラフィにより、幅30~250μm程度のストライプでこれに連続する周辺部に平行な幅10μm程度のストライプの絶縁膜128を除去し、この絶縁膜128をマスクとして、ウェットエッチングにより、i-I_nx₂Ga_{1-x2}As_{1-y2}Py₂上部光導波層125の上部まで除去して、50μm程度の長さで部分的にリジストライプを形成する。この際のエッチング液としては、硫酸と過酸化水素系の溶液を用いており、この溶液を用いることにより、自動的にエッチングをi-I_nx₂Ga_{1-x2}As_{1-y2}Py₂上部光導波層125の上部で停止させることができる。

【0066】マスクとして使用した絶縁膜128を除去した後、全面に絶縁膜129を形成し、通常のリソグラフィにより、リジストライプ上の絶縁膜129とそれにつながるテーパー形状（全角6°程度）の領域の絶縁膜129を除去し、リフトオフによりp側電極130を形成し、p電極130の上に金メッキ層131を5μm以上形成する。その後、基板の研磨を行い裏面にn側電極132を形成する。

【0067】その後、この試料を劈開して形成した共振器両面に無反射コート133、134を行い、チップ化して、図11aに示すように、入力側にのみリジスト部を有し、出力側に向かってテーパー状に広がる導波路を有する半導体光増幅素子を完成させる。金メッキ131はチップの劈開領域の20μm程度の領域にはメッキを行わないようにする。

【0068】この半導体光増幅素子を第1の実施の形態と同様に、本発明によるジャンクションアップ方式にて実装を行い半導体光増幅器を形成する。これにより、強度変動の生じない安定な光出力を得ることができる。

【0069】なお、本発明によるジャンクションアップ実装方法は、上記実施の形態における半導体レーザ素子や半導体光増幅素子のみならず、他の幅広のストライプレーザ（テーパー形状に広がる導波路を含む）に対しても応用できる。例えばアレイ型半導体レーザや光集積回路の実装にも対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による半導体レーザ素子を示す斜視図

【図2】本発明による半導体レーザ素子を円形システムに実装した一例を示す図

【図3】従来技術による半導体レーザ素子を円形システムに実装した一例を示す図

【図4】本発明による半導体レーザ装置の雑音測定系を示す図

10

20

30

40

50

13

【図5】半導体レーザ素子の本発明によるジャンクションアップ実装方法と従来のジャンクションアップ実装方法による雑音測定結果を示すグラフ

【図6】本発明による半導体レーザ素子をブロック型システムに実装した一例を示す立面図

【図7】本発明の第2の実施の形態による半導体レーザ素子を示す斜視図

【図8】本発明の第3の実施の形態による半導体レーザ素子を示す斜視図

【図9】本発明による半導体レーザ装置を励起光源として使用した固体レーザ装置を示す概略構成図

【図10】本発明による半導体レーザ装置を励起光源として使用した第2高調波を発生する固体レーザ装置を示

14

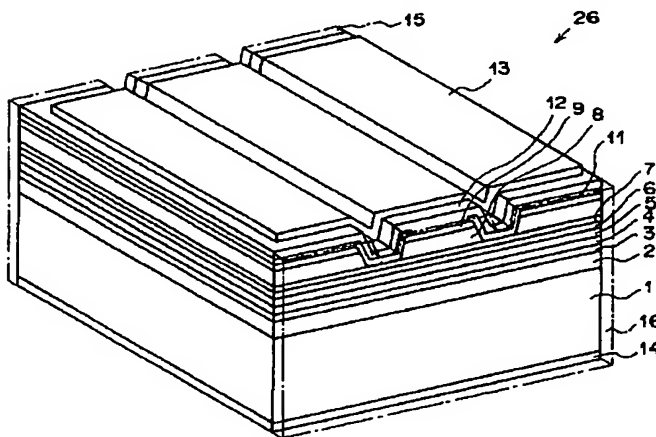
す概略構成図

【図11】本発明の第4の実施の形態による半導体光増幅素子を示す図

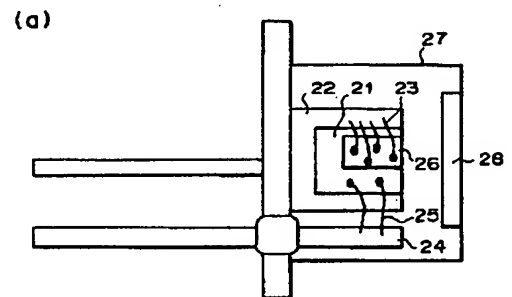
【符号の説明】

1,61,81,121 GaAs基板
12,70,90,130 p電極
14,72,92,132 n電極
13,71,91,131 金メッキ層
21,31,51 サブマウント
22,32,52 ヒートシンク
23,33,53 金ワイヤー
24,34,54 リード部

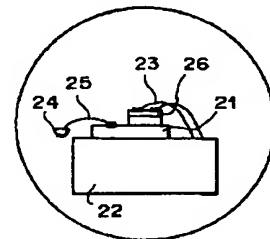
【図1】



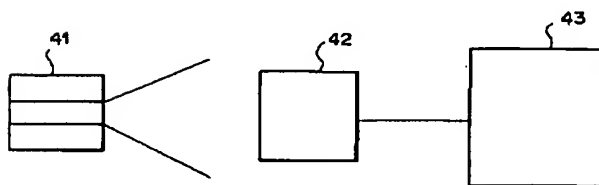
【図2】



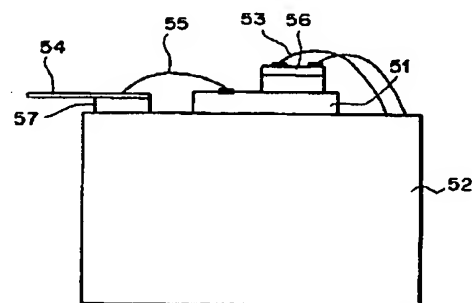
(b)



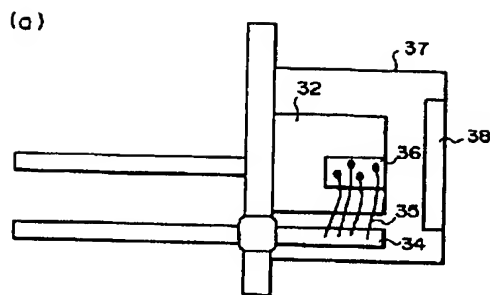
【図4】



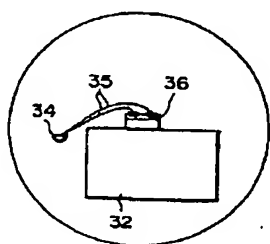
【図6】



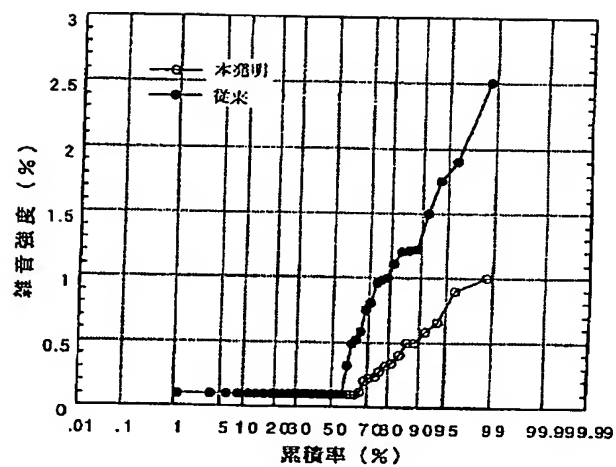
【図3】



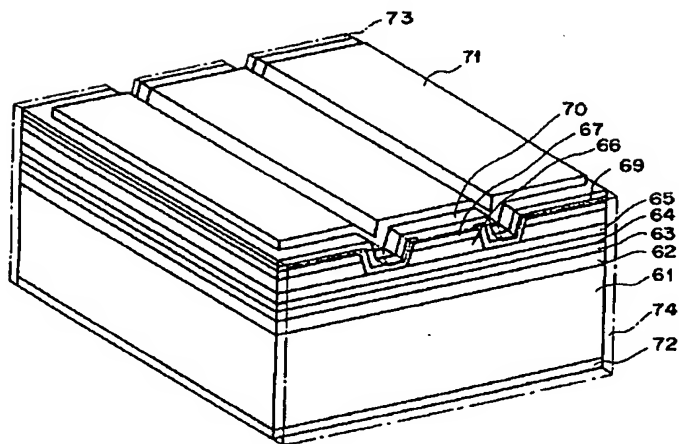
(b)



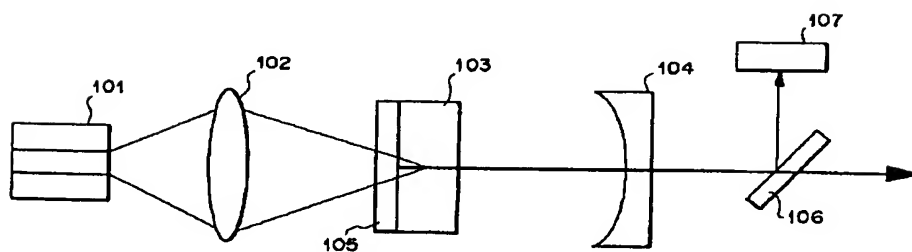
【図5】



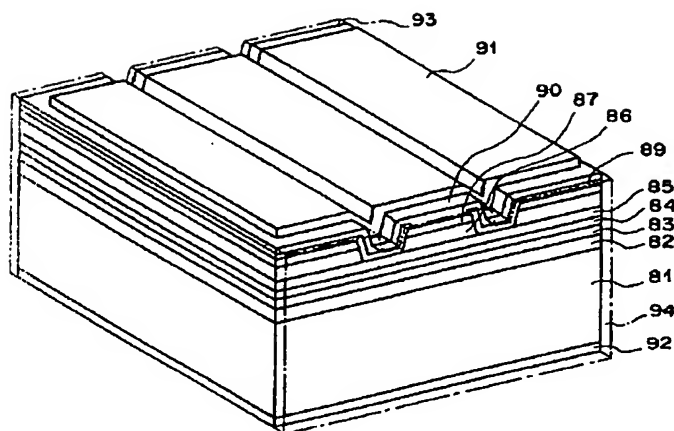
【図7】



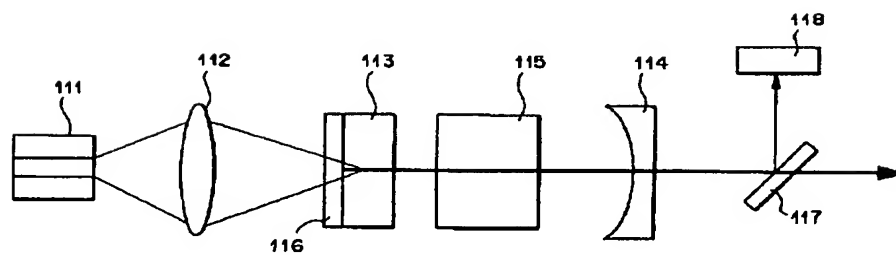
【図9】



【図8】



【図10】



【図11】

